

⑤① Int. Cl. 3 = Int. Cl. 2

Int. Cl. 2:

**H 02 K 3/48**

①⑨ **BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**



**DE 28 48 618 A 1**

①①

## **Offenlegungsschrift 28 48 618**

②①

Aktenzeichen:

P 28 48 618.2

②②

Anmeldetag:

9. 11. 78

④⑨

Offenlegungstag:

22. 5. 80

③①

Unionspriorität:

②② ③③ ③①

⑤④

Bezeichnung:

Elektrische Maschine und Verfahren zu ihrer Herstellung

⑦①

Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 7000 Stuttgart

⑦②

Erfinder:

Kofink, Wolfgang, Dipl.-Ing., 7307 Aichwald

**DE 28 48 618 A 1**

Dipl. Ing. **Peter Otto**  
Patentanwalt

2848618  
7033 Herrenberg (Kuppingen)  
Eifelstraße 7  
Telefon (0 70 32) 319 99

1378/ot/hn  
23. 10. 1978

ROBERT BOSCH GmbH, 7000 Stuttgart 1

#### PATENTANSPRÜCHE

- ①. Elektrische Maschine, insbesondere Drehstromgenerator, mit in Nuten von Ständer und/oder Rotor eingelegten Wicklungen, dadurch gekennzeichnet, daß die die Wicklungen (2, 2', 2'') aufnehmenden Nuten von einem Material ganz oder teilweise verschlossen sind, welches durch einen Verformungsvorgang von mindestens einem angrenzend an die jeweilige Nut angeordneten Zahn (1a, 1b; 1a', 1b'; 1a'', 1b''; 1a''' 1b''') herührt.
2. Maschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das die Nuten verschließende Material durch plastische Verformung von den verlängerten Zahnköpfen ganz oder teilweise über den Nutgrund gedrückt ist.
3. Maschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das  
/jeweils eine Nut mit eingelegter Wicklung überdeckende Material symmetrisch je zur Hälfte von jedem Zahnkopf der an diese Nut angrenzenden Zähne gebildet ist.
4. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das jede Nut verschließende Material ausschließ-

030021/0195

ORIGINAL INSPECTED

lich durch einen plastischen Verformungsvorgang von einem der angrenzenden Zähne über den Nutgrund gedrückt ist.

5. Maschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Abdeckung von zwischen den Zähnen liegenden Nuten jeder Zahn in sich in axialer Richtung gegensinnig verbogen ist, derart, daß sich in radialer Aufsicht ein halbmondförmig gekrümmter Zahnverlauf ergibt.
6. Verfahren zur Herstellung elektrischer Maschinen nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, insbesondere Drehstromgeneratoren, wobei die Wicklungen in Nuten von Ständer und/oder Rotor eingelegt werden, dadurch gekennzeichnet, daß die jeweils zwischen sich eine Nut bildenden Zähne ohne oder mit eingelegter Wicklung plastisch so verformt werden, daß die wirksame Nutschlitzbreite verringert oder ganz zu Null wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Zähne vor dem Verformungsvorgang verlängert und parallelflankig ausgebildet werden.
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die verlängerten Zähne durch radiale Krafteinwirkung im Zahnkopfbereich gestaucht werden (Fig. 2).
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Zähne etwa in der Höhe, bis zu welcher das Zahnkopfmateri-  
al zur Bildung des Nutverschlusses eine plastische Verformung

030021/0195

erfährt, mit Einkerbungen (B, B', B'') versehen werden.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Zahnköpfe bei einem vorbereitendem Stanzvorgang teilweise oder ganz geschlitzt werden und anschließend die Köpfe längs der Schlitzbereiche durch Aufbiegen plastisch verformt werden (Fig. 3).
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Zahnköpfe der Zähne zur Erleichterung des axial einwirkenden Biege- oder Stauchvorgangs mit einer Aussparung (7) versehen und anschließend gestaucht werden.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Zähne vorbereitend im Kopfbereich nur halbseitig verlängert werden und zur plastischen Verformung die Verlängerungen jeweils zur Gänze über einen angrenzenden Nutgrund abgebogen werden, derart, daß eine gegebene Nut ausschließlich vom Material eines angrenzenden Zahns ganz oder teilweise verschlossen ist (Fig. 5).
13. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Zähne in einer axialen Richtung in sich gegensinnig so verbogen werden, daß sich eine gekrümmte Zahnkontur mindestens in dem über den angrenzenden Nuten liegenden Kopfbereich ergibt (Fig. 6).
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Verformung der Zähne durch ein Fließpress-Verfahren erfolgt.

030021/0195

1378/ot/hn  
23. 10. 1978

- 4 -

2848618

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Verformung der Zähne durch ein Rollverfahren erfolgt.

030021/0195

Dipl. Ing. **Peter Otto**  
Patentanwalt

- 5 -

2848618  
7033 Herrenberg (Kupplingen)  
Eifelstraße 7  
Telefon (0 70 32) 3 19 99

1378/ot/hn  
23. 10. 1978

Firma  
Robert Bosch GmbH  
Postfach 50  
7000 Stuttgart 1

---

Elektrische Maschine und Verfahren zu ihrer Herstellung

---

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einer elektrischen Maschine nach der Gattung des Hauptanspruchs sowie einem Verfahren zu ihrer Herstellung nach dem ersten Verfahrensanspruch. Es ist bekannt, die einzelnen Wicklungen bei elektrischen Maschinen auf den Wicklungsträgern, also beispielsweise dem Anker oder dem Ständerbereich in Nuten unterzubringen, wobei die Nuten von an sich beliebiger Form sein können und dadurch gebildet sind, daß sich beidseitig angrenzend erhabene Bereiche, also Zähne befinden, etwa die Ständerzähne bei einem Drehstromgenerator. Es ist auch bekannt, die Nutschlitzbreite durch magnetische Nutverschlußkeile zu reduzieren bzw. zu Null zu machen, denn neben einer ungünstigen Feldverteilung im Luftspalt führen offene Nuten auch zu Geräuschen, Rastermomenten

030021/0195

2848618

1378/ot/hn  
23. 10. 1978

-6-  
-7-

bzw. Drehmomentpukationen bei elektrischen Maschinen, abgesehen von der fehlenden Abdeckung der eingelegten Wicklungen. Bei der Verwendung von magnetischen Nutverschlußkeilen muß aber darauf geachtet werden, daß sich eine Abstimmung mit Bezug auf die magnetischen Eigenschaften von Ständer und/oder Anker der elektrischen Maschine ergibt, daher werden Nutverschlußkeile aus Sintereisen oder auch aus einer durch Harze gebundenen Eisenpulvermasse hergestellt, wobei die Dicke des Materials oder der Anteil der Eisenpulvermenge sowie die Größe der Pulverpartikel die magnetischen Eigenschaften beeinflusst.

#### Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße elektrische Maschine mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs sowie das erfindungsgemäße Verfahren zu ihrer Herstellung nach dem Kennzeichen des ersten Verfahrensanspruchs haben demgegenüber den Vorteil, daß sich bezüglich der Nutverschlüsse keine Materialschwierigkeiten ergeben, denn die Nutverschlüsse bestehen aus dem gleichen Material wie die angrenzenden Zähne.

Die Erfindung bietet eine besonders einfache Möglichkeit zur Verringerung von Geräuschen und Rastermomenten bzw. Drehmomentpulsationen bei elektrischen Maschinen, wobei die Nutverschlüsse ohne größere Schwierigkeiten hergestellt werden können und ohne daß es notwendig ist, in jede einzelne Nut einen Verschlußkeil einzulegen.

Besonders vorteilhaft ist die Möglichkeit, die Nuten einerseits aus-

030021/0195

reichend breit auszubilden, damit aus fertigungstechnischen Gründen die Wicklung gleich in die Nut eingeführt werden kann, andererseits aber und vorzugsweise im automatischen Ablauf die Nuten mit dem ständer- oder ankereigenen Material durch geeignete Verformungsverfahren wirksam abzudecken.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der im Hauptanspruch angegebenen elektrischen Maschine möglich. Besonders vorteilhaft ist die Verformung der oberen Zahnbereiche durch ein Fließ-Preß- bzw. Rollverfahren, wodurch gleichzeitig die Wicklung gegen ein Herausfallen gesichert ist.

#### Zeichnung

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen: Fig. 1 eine erste mögliche Ausführungsform von zwischen sich jeweils eine Nut bildenden Zähnen, die Fig. 2 bis 5 verschiedene Ausführungsformen vorliegender Erfindung zur Nutverschlußbildung, wobei bei a) jeweils die Zahnform vor einer plastischen Verformung und bei b) die Zahnform nach der plastischen Verformung dargestellt ist, jeweils in einer Seitenansicht; schließlich die Fig. 6 in einer radialen Aufsicht eine Zahnform, die in Fig. 6b nochmals in einer Seitenansicht dargestellt ist und bei der entsprechend Fig. 6c der Verformungsvorgang zur Nutabdeckung durch ein Verbiegen oder Verschieben von Zahnmaterialteilen in radialer Richtung erfolgt. ist.

030021/0195



1378/ot/hn  
23. 10. 1978

2848618

- 8 -

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Der Grundgedanke vorliegender Erfindung besteht darin, Materialteile der die Nuten bei elektrischen Maschinen jeweils begrenzenden Zähne so plastisch zu verformen, daß sich obere Zahnteilbereiche über den Nutenteil schieben und diesen ganz oder teilweise abdecken. Man erzielt so einen körperlichen und magnetischen Verschuß der Nutschlitzbreite, wobei es sich versteht, daß die vorliegende Erfindung auf beliebige Art von elektrischen Maschinen anwendbar ist, bei denen Zähne zwischen sich jeweils Nuten bilden, in die Wicklungen eingelegt werden, die einer Abdeckung bedürfen, sei dies aus magnetischen oder räumlichen Gründen.

Die in den Fig. 1 bis 6 dargestellten Zähne können daher von beliebigen Teilen elektrischer Maschinen stammen, beispielsweise kann es sich um die Ständerzähne von Drehstromgeneratoren handeln, die bei Kraftfahrzeugen oder sonstigen mobilen Einheiten Anwendung finden.

Die Fig. 1 zeigt zwei Zähne 1a, 1b, die zwischen sich eine Nut 2 bilden, in welche eine Wicklung 3 eingelegt ist. Die etwas verlängerten Zähne sind parallelf flankig ausgeführt; die Zahnköpfe werden durch zunächst beliebig auf sie einwirkende Verformungs-, Druck-, Biege-, Roll- oder Fließkräfte, wie sie durch die Pfeile bei A jeweils angedeutet sind, plastisch in ihrer Form so verändert, daß sich eine radiale Materialverschiebung der Zahnköpfe über den Nutgrund ergibt, so daß die Nut abgedeckt ist. Dieser Verformungsvorgang kann durchgeführt werden, bevor die Wicklung eingelegt ist, er kann aber auch bei eingelegter Wicklung erfolgen.

030021/0195

Es ist möglich, die Zahnformen vor der Verformung zur Nutabdeckung vorzubereiten, damit diese Verformung einfacher und vor allen Dingen auch präziser durchgeführt werden kann. So zeigt die Darstellung der Fig. 2 Zähne 1a', 1b', die schon bei ihrem Herstellungs- oder Stanzvorgang, wie durch die seitlichen Einschnitte bei B angedeutet, sogenannte Sollbiegestellen in Form von Kerben o. dgl. erhalten haben, so daß bei einem anschließenden Stauchvorgang der verlängerten Zähne 1a', 1b' die in Fig. 2b dargestellte Zahnform resultiert, bei der der Zahnkopfbereich bis etwa zu den Kerben B soweit seitlich weggedrückt worden ist, daß sich über der Nut 2' Überlappungen 3 und 4 ergeben, die die Nut praktisch verschließen. Es versteht sich, daß die Annäherung der die Nut überdeckenden, aus dem Material der Zahnköpfe stammenden beidseitigen Teilstege beliebig sein kann. In Fig. 2b wie auch in den anderen, den Zustand nach der Verformung angehenden Fig. 3b, 4b und 5b ist die jeweilige Nut nicht vollständig verschlossen, sondern es verbleibt ein geringfügiger, mit C bezeichneter Abstand.

Erfolgt bei dem Ausführungsbeispiel der Fig. 2 die plastische Verformung durch einen Stauchvorgang auf die Zahnköpfe, so werden bei dem Ausführungsbeispiel der Fig. 3 während des Stanzvorgangs oder einem sonstigen Herstellungsvorgang der Zähne oder in einem Zwischenarbeitgang diese Zähne etwa mittig in ihrem Kopfbereich bei 6 ganz oder teilweise geschlitzt, so daß sich entsprechend der Darstellung der Fig. 3b als plastische Verformung ein Aufbiegevorgang ergibt. Dieser Aufbiegevorgang führt dazu, daß, in etwa wie bei Fig. 2b seitliche Überlappungen oder Vorsprünge von den Zahnköpfen, und zwar jeweils von einer Zahnkopfhälfte gebildet werden, die sich über den Nutgrund erstrecken und je nach dem Aufbiegevorgang

030021/0195

1378/ot/hn  
23. 10. 1978

2848618

- 8 -  
- 10 -

gang beliebig annähern können, so daß es auch hier zu einem Nutverschluß kommt. Ergänzend können zu den vorbereitenden Schlitten 6 für den Aufbiegevorgang auch bei dem Ausführungsbeispiel der Fig. 3 seitliche Kerben B' in die Zahnköpfe eingearbeitet werden, so daß der Aufbiegevorgang erleichtert wird. Die Höhe der Kerben ist so bemessen, daß diese sich über der obersten Wicklungsschicht der Wicklung 2" befinden.

Auch bei dem Ausführungsbeispiel der Fig. 4 sind die Zahnköpfe der verlängerten, parallelfankigen Zähne zur Erleichterung des Verformungsvorgangs vorbereitend bearbeitet, nämlich in diesem Fall mit einer Aussparung 7 versehen, die bei einem nachfolgenden Stauch- oder Aufbiegevorgang die plastische Verformung der Zahnköpfe soweit erleichtert, daß sich hierbei dann die in Fig. 4b dargestellte Form ergibt, bei der ebenfalls vom Zahnkopf nach beiden Seiten ausgehend überlappende und aufeinanderzu gerichtete Deckbereiche 8 entstehen.

Eine unterschiedliche Ausführungsform läßt sich der Darstellung der Fig. 5 entnehmen, bei der die Zähne 1a", 1b" entsprechend Fig. 5a vorbereitend nur halbseitig so verlängert sind, daß sich bei jedem Zahn ein halbseitiger nasenförmiger Ansatz 9 ergibt, der auch hier vorzugsweise wieder mittels Kerben B" gegenüber dem restlichen Zahnkörper markiert ist. Der plastische Verformungsvorgang besteht dann darin, diese Ansätze 9 soweit umzubiegen, daß sich die Ausführungsform nach Fig. 5b ergibt, d.h. jeder Zahn hat jetzt eine etwa stiefelförmige Gestalt angenommen, wobei der umgebogene Ansatz 9, der nunmehr mit 9' bezeichnet ist, eine angrenzende Nut

030021/0195

ganz abdeckt und bis zur Rückflanke des nächsten Zahnes reicht. Hierdurch wird ein mittiger offener Schlitz entsprechend dem Abstand C, wie bei den Fig. 2b, 3b und 4b vermieden; es ist auch formungstechnisch einfacher, hier einen vollständigen Verschuß zu erzielen, da die äußere Ansatzspitze ohne Beschädigung der Wicklungen bis zur jeweiligen Zahnrückflanke gedrückt werden kann.

Schließlich ist in Fig. 6 ein letztes Ausführungsbeispiel dargestellt, wie durch Verformung von die jeweiligen Nuten bildenden Zähnen ein Nutverschluß gebildet werden kann. Die Fig. 6a zeigt die Zahnform in einer radialen Aufsicht, wobei in der seitlichen Schnittdarstellung die Zähne, die in Fig. 6b dargestellte Form haben, d.h. die Nut ist im Nutgrund verbreitert und verjüngt sich nach unten. Die Zähne 1a'', 1b'' verfügen über einen schmäleren, stegartigen Zahnfuß 10 und über einen verdickten Zahnkopf. Die Verformung erfolgt hier in radialer Richtung derart, daß, wie in Fig. 6a gezeigt, seitlich mittig von außen Kräfte entsprechend den Pfeilen D angreifen, so daß mittlere Materialbereiche der Zahnköpfe nach innen über die zwischen den Zähnen liegende Nut gedrängt werden. Zur Erleichterung des plastischen Formvorgangs können die Zähne im Kopfbereich bei 12 Schlitze aufweisen, so daß bei der Verformung entsprechend der Darstellung der Fig. 6c rechteckförmige Abbiegungen erzielt werden. Man kann bei der Verformung dann ergänzend entsprechend den Pfeilen E auf die außenliegenden Kopfbereiche eine entgegengesetzt radial einwirkende Kraft ausüben, so daß immer der mittlere Zahnkopfbereich nach innen (mit Bezug auf den gegenüberliegenden Zahn) oder umgekehrt und die beiden äußeren Zahnkopfbereiche nach außen (stets in radialer Richtung) gedrückt werden, so daß alle Nuten ganz oder teilweise verschlossen werden können. Es ergeben sich

030021/0195

1378/ot/hn  
23. 10. 1978

- 8-12 -

2848618

dann Zahnformverläufe entsprechend der Darstellung der Fig. 6c.

Es versteht sich, daß die bisher beschriebenen Verarbeitungsmöglichkeiten für die Herstellung von Nutabdeckungen auch kombiniert werden können, wobei nach der Verformung die Nut dann jeweils so verschlossen ist, daß die Wicklung gegen ein Herausfallen gesichert ist. Man erzielt durch die plastische Verformung der Zahnkopfbereiche die formschlüssige Versteimmung der in den Nutgrund eingelegten Wicklung.

Die Verformung der Zähne kann, wie schon erwähnt, durch ein Stauch- oder Biegeverfahren, durch ein Fließpress- oder ein Rollverfahren vorgenommen werden, welches sich insbesondere für das Ausführungsbeispiel der Fig. 5 anbietet, bei dem die nasenförmigen Ansätze lediglich ohne größere Kraftaufwendung umgebogen zu werden brauchen.

030021/0195

Dipl. Ing. **Peter Otto**  
Patentanwalt

- 13 -

2848618

7033 Herrenberg (Kupplingen)  
Eifelstraße 7  
Telefon (0 70 32) 319 99

1378/ot/hn  
23. 10. 1978

ROBERT BOSCH GmbH, 7000 Stuttgart 1

#### ZUSAMMENFASSUNG

Es werden eine elektrische Maschine und ein Verfahren zu ihrer Herstellung vorgeschlagen, die dazu dienen, beim Betrieb der Maschine Geräusche, Rastermomente und Drehmomentpulsationen zu verringern bzw. ganz zu vermeiden. Die stromführenden Wicklungen sind dabei in Nuten vom Ständer und/oder Rotor eingelegt, wobei diese Nuten zur Verringerung der wirksamen Nutschlitzbreite dadurch verschlossen werden, daß die die Nuten bildenden Zähne ohne oder mit eingelegter Wicklung plastisch so verformt werden, daß sich seitlich aneinandergrenzende und oberhalb der Wicklungen befindliche Zahnteilbereiche über den Nutgrund hinweg einander annähern. Die plastische Verformung kann eine Stauchung oder ein Biegevorgang sein; es ist aber auch möglich, die Zähne durch ein Fließpress- oder Rollverfahren zu verformen.

030021/0195

FIG.5

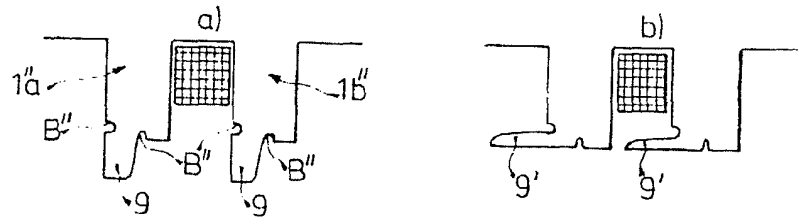
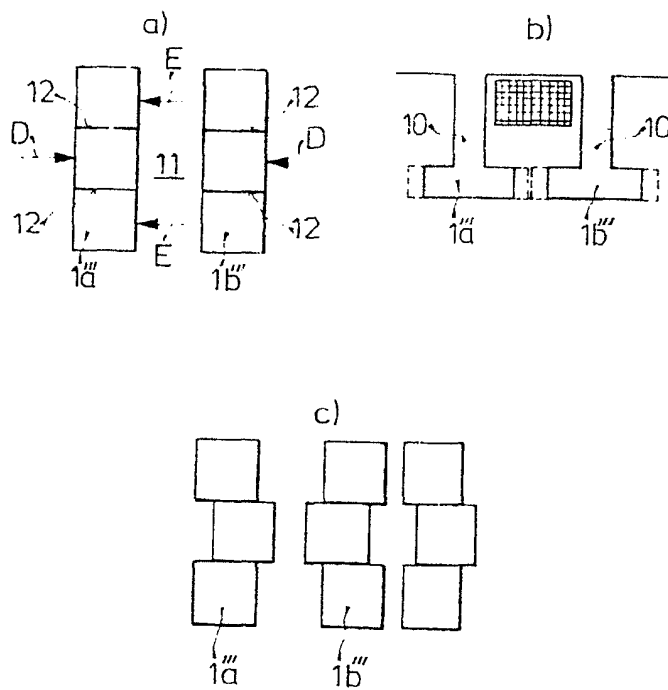


FIG.6



- 15 -

2848618

Nummer: 28 48 618  
 Int. Cl.2: H 02 K 3/48  
 Anmeldetag: 9. November 1978  
 Offenlegungstag: 22. Mai 1980

FIG.1

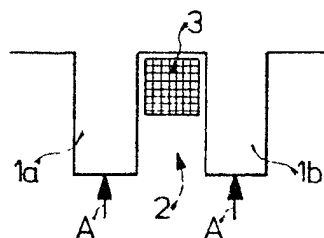


FIG.2

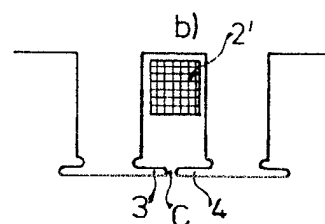
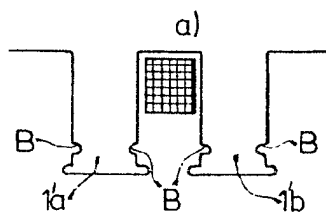


FIG.3

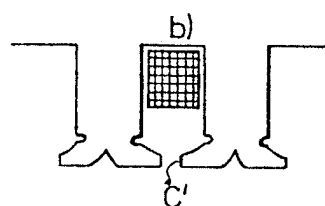
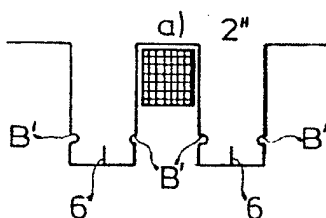
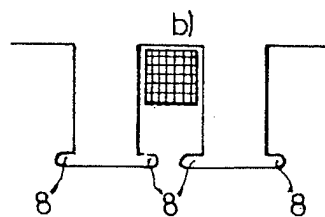
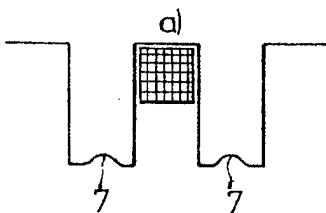


FIG.4



030021/0195



FIG.5

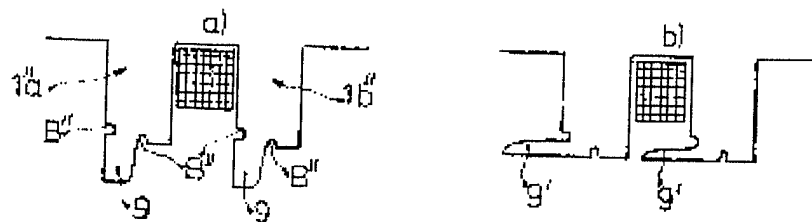
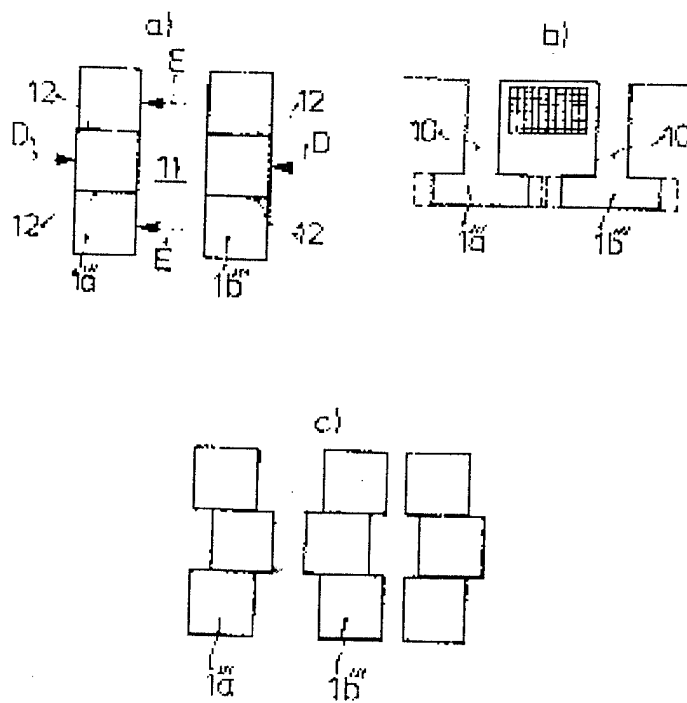


FIG.6



- 15 -

2848618

Nummer: 2848 618  
 int. Cl. 2: H 02 K 3/48  
 Anmeldetag: 9. November 1979  
 Offenlegungstag: 22. Mai 1980

FIG.1

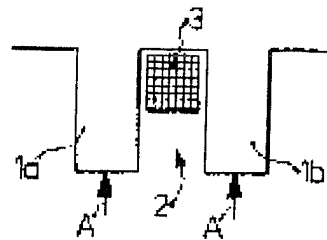


FIG.2

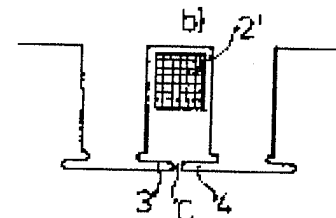
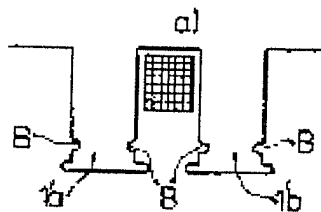


FIG.3

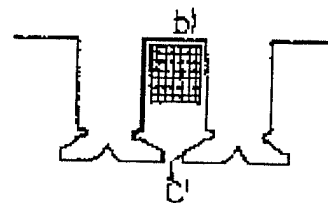
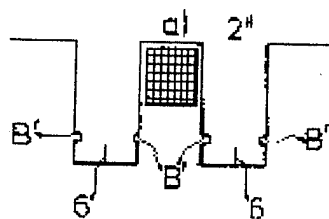
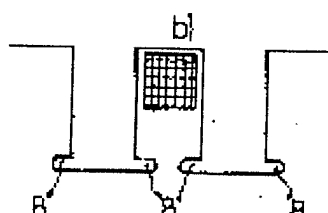
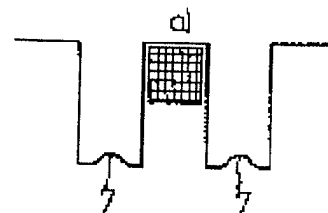


FIG.4



030021/0195